



PAT-NO: JP360004244A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 60004244 A  
TITLE: SEMICONDUCTOR COOLING DEVICE  
PUBN-DATE: January 10, 1985

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

ASHIWAKE, NORIYUKI  
OGURO, TAKAHIRO  
YAMADA, TOSHIHIRO  
SATO, MOTOHIRO  
NISHIMURA, ASAO  
KAWAMURA, KEIZO  
NAKAYAMA, HISASHI  
SHIDA, SHIGERU  
KOBAYASHI, FUMIYUKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

HITACHI LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP58110891

APPL-DATE: June 22, 1983

INT-CL (IPC): H01L023/36

US-CL-CURRENT: 257/714, 257/E23.094

ABSTRACT:

PURPOSE: To offer the title device which can enhance the cooling efficiency by absorbing the heat generation of a semiconductor chip and block the leakage of cooling material sealed in the bellows.

CONSTITUTION: Required semiconductor chips 4, 4... are

fixed on the surface  
of a ceramic substrate 3 respectively via solder balls 5,  
5.... On the other  
hand, a plate 12 is fixed on the stepwise difference  
surface of the inside end  
of a heat sink 1, having holes corresponding to the chips  
4, and the bellows 61  
made of copper or nickel is fixed to the hole corresponding  
to the chip 4 in  
the plate 12 by a suitable means. Besides, a stud 11 is  
fixed inside  
integrally by welding, its tip being press-contacted with  
the chip 4 by the  
compression force of the bellows 61. The mixture of  
gallium-indium-tin alloy  
of a liquid metal, and helium or nitrogen gas is sealed as  
the cooling material  
81 among the heat sink 1, plate 12, and bellows 61, thus  
functioning as the  
pressure to the chip 4, together with the spring force of  
the bellows.

COPYRIGHT: (C)1985,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭60—4244

⑪ Int. Cl.<sup>4</sup>  
H 01 L 23/36

識別記号

庁内整理番号  
6616—5F

⑬ 公開 昭和60年(1985)1月10日  
発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑭ 半導体冷却装置

土浦市神立町502番地株式会社  
日立製作所機械研究所内

⑯ 特 願 昭58—110891

⑰ 発 明 者 西村朝雄

⑱ 出 願 昭58(1983)6月22日

土浦市神立町502番地株式会社  
日立製作所機械研究所内

⑲ 発 明 者 芦分範行

⑳ 発 明 者 川村圭三

土浦市神立町502番地株式会社  
日立製作所機械研究所内

土浦市神立町502番地株式会社  
日立製作所機械研究所内

㉑ 発 明 者 大黒崇弘

㉒ 出 願 人 株式会社日立製作所

土浦市神立町502番地株式会社  
日立製作所機械研究所内

東京都千代田区神田駿河台4丁  
目6番地

㉓ 発 明 者 山田俊宏

㉔ 代 理 人 弁理士 高橋明夫 外1名  
最終頁に続く

土浦市神立町502番地株式会社  
日立製作所機械研究所内

㉕ 発 明 者 佐藤元宏

明 細 書

1. 発明の名称 半導体冷却装置

2. 特許請求の範囲

1. ケース上の基板に半田ボールを介して固定した半導体チップを押圧するベローズがヒートシンクに連係されその内部にスタッドを有すると共に冷却材に接触している半導体冷却装置において、該ベローズが上記ヒートシンクに接合されたプレートに設置され、而して上記スタッドの基端が該ベローズの上底内面に一体化されると共にその先端が上記半導体チップに圧接され、又該ベローズとヒートシンク間に冷却材が介設されていることを特徴とする半導体冷却装置。

2. 上記ベローズが耐蝕加工されていることを特徴とする上記特許請求の範囲第1項記載の半導体冷却装置。

3. 上記冷却材が気体、液体、固体のいずれかにされていることを特徴とする上記特許請求の範囲第1、2項のいずれかの半導体冷却装置。

4. 上記冷却材が流動材にされていることを特徴とする上記特許請求の範囲第1～3項記載のいずれかの半導体冷却装置。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の利用分野〕

この発明はコンピュータに装備されたLSIの冷却装置に設けられ耐久性が良く、しかも熱変形吸収に優れた半導体冷却装置に係る発明である。

〔発明の背景〕

LSIの冷却装置の基本的な態様として第1図に示すようなものが採用されてきた。

即ち、ヒートシンク1とケース2に囲まれた内部には該ケース2の表面内面に設けた基板3に半導体チップ4が半田ボール5を介して固定され、これに対して上記ヒートシンク1にその基端を固定したベローズ6の先端に所定の冷却素子7が設けられ、上記半導体チップ4に圧接されるようにされて該ベローズ6内の不活性ガスにより該半導体チップ4の熱を吸収して上記ヒートシンク1に放熱するようにしていた。

しかしながら、上記のような冷却装置 9 においてはベローズ 6 の内封不活性ガスの熱伝導率が悪いために超大型コンピュータにおいてはその冷却効率がわるいという不具合があり、その解決が望まれるようになってきた。

これに対処するに第 2 図に示す様な特公昭 56-31743 号公報に示される発明の如く上記ベローズ 6 内に水銀やガリウム合金等の液体金属の冷却材 8' を封入して、その熱伝導性を向上させるようにし、又、該液体金属の冷却材 8' についてはその温度勾配を出来るだけ急にするようにその厚みを薄くするべく上記ヒートシンク 1 から冷却素子 8, 7 に対してスタッド 10 を突出させていた。

さらにながら、上述従来技術に基づく冷却装置 9' においてはその冷却効率が良くなるためには上記スタッド 10' とベローズ 6 との間に封入される冷却材 8' を確実に充分所定の容量で入れなければならず、もしそれが不充分であると設計冷却効率が得られないという不具合がある。

極端な場合には、その変動量は最大 1mm にも及び、これを上記冷却素子 7 が吸収するにはそれ相当のベローズ 6 のバネ定数を大きくしてその圧縮荷重による該半導体チップ 4 の位置姿勢の変位を吸収するようにしなければならないが、実際には上記半田ボール 5 の寿命が著しく低下してしまい、実質的銀機能を保証するためには該ベローズ 6 の荷重としては 200g を越えることは許されない。

而して、これらの条件を満たすベローズ 6 の実際上の成形加工としては肉厚にして 100 $\mu$  以下とするしかなくこれを可能とする技術としては現在のところ電鍍ベローズしかない。

しかし、該電鍍ベローズはその製造過程、及び、その後の組付け等の過程において微小なピンホールを全くないようにすることは極めて困難であり、したがって、大型コンピュータの稼動中に経時的にピンホールから上記冷却材 8' がリークし、その結果冷却性能が低下するという欠点があり、更にリークする液体金属の冷却材 8' が半導体チップ 4 の発熱温度程度で溶融するような材料である

ところが、上記冷却材 8' はその表面張力が極めて大きくベローズ 6 とスタッド 10 の間隔が狭いためこれに設定量を正確に封入するのは著しく困難性が伴う難点があつた。

又、実装コンピュータの LSI の発熱を冷却するには上記半導体チップ 4 に発生した熱を確実にヒートシンク 1 に伝達しなければならないが、この場合該半導体チップ 4 とこれに対する冷却素子 7 の対应当接面 11 からの熱伝達が良いことが条件である。

したがって、そのためには該冷却素子 7 が該半導体チップ 4 に確実に当接していることが前提となる。

さらにながら、一般にプレート 3 はその製造工程において不可避免的に誤差が避けられず、一方、又、半導体チップ 4 も半田ボール 5 による接着固定過程において該半田ボール 5 のネジ収縮により変形し、又、稼動中に於ける熱の影響により該基板 3 が反る等しこれらの条件が競合して該半導体チップは位置、及び、姿勢の変動をする。

場合には上記冷却素子 7 や、場合によつてはベローズ 6 も一部腐蝕し、その結果重大な結果に陥る虞がある不利点があつた。

#### 〔発明の目的〕

この発明の目的は上述従来技術に基づく半導体チップに対する先端の問題点を解決すべき技術的課題とし、該半導体チップに対する該半導体チップの発熱を確実に吸収して冷却効率を上げることが出来るようにするばかりでなく、そのベローズ 6 内封入の冷却材のリークを確実に阻止する優れた半導体冷却装置を提供せんとするものである。

#### 〔発明の概要〕

この発明は、前述問題点を解決するために、ヒートシンクとケースとの内部に該ケースの内側表面に設けた基板に対して半田ボールを介して半導体チップを設けておきこれに対して上記ヒートシンク 1 に固定したプレートに対して該半導体チップに内側が対向する形でベローズ 6 をその外側に耐蝕加工した薄膜体を設けて一体固定し、而して該ベローズの上底にスタッドの基端を固定すると

共にその先端を該半導体チップに押圧当接させて該半導体チップの姿勢変位、及び、基板の変形を常に吸収するようにして常に該半導体チップの熱を該スタッドを介してベローズに伝達し、而して該ベローズの周囲に設けた冷却材によりヒートシンクに対して確実な放熱して冷却することが出来るようにしたものである。

〔発明の構成〕

次に、この発明の実施例を第3図以下の図面に基づいて説明すれば以下の通りである。尚、第1、2図と同一図様部分は同一符号を用いて説明するものとする。

第3図に示す実施例において91はこの発明の要旨を成す半導体冷却装置であり、超大型コンピュータに装備されるLSIの各モジュールのユニットに設けられ、そのヒートシンク1とケース2の内側には在来型同様に該ケース2の内側表面にセラミック製の基板3が適宜接着手段により固定させてあり、該基板3の表面には所定の半導体チップ4、4…が各々球状の半田ボール5、5…

を介して固定されている。

一方、これに対し上記ヒートシンク1の内側端部の段差面にはプレート12が該半導体チップ4に対する孔を有して固定されており、該プレート12の半導体チップ4対応孔には該半導体チップ4に内側を向けて銅製、或いは、ニッケル製のベローズ6が適宜手段で固定されている。

而して、該ベローズ6の外側には蒸着手段により厚さ約5μのポリパラキレン（商品名バリレン）の耐蝕膜13が一体に耐蝕加工されており、その内側にはスタッド10がその上底内面に一体溶接固定させてあり、又、その先端は該ベローズ6の圧縮力によりバネ力を与えられて上記半導体チップ4に圧接されている。

そして、上記ヒートシンク1とプレート12及びベローズ6との間には液体金属のガリウム—インジウム—スズ合金、及び、ヘリウム、或いは、窒素ガスの混合体が冷却材81として封入されて上記ベローズのバネ力と共にスタッド10の半導体チップ4に対する押圧力として作用している。

尚、前記ケース2とプレート12、及び、ヒートシンク1、ベローズ6間に封入されている窒素ガスの圧力よりこれらの総合押圧力が大きくされていることは勿論である。

このようにすることにより上記冷却材81はベローズ6からリークすることは少なくとも10年程度は有り得ない設計が出来る。

上述構成において、LSIは上記半導体チップの発熱によつて温度を上昇するが、該各半導体チップ4の発熱はスタッド11を介してベローズ6に伝達され、更に冷却材81を介してヒートシンク1に放散されて常に冷却され、その高速演算は設計通りに行われ、超大型コンピュータの機能は経時的に充分に維持される。

而して、上記稼動中において組付け誤差、或いは、発生温度による変形等により基板3が反り返つたり、半導体チップ4が姿勢変位しても上記ベローズ6の設定押圧力により常にスタッド11は確実な上記変形変位を吸収して安定して半導体チップ4に当接し、その発生熱を吸収してベローズ

6に伝達することが出来る。

又、該ベローズ6は先述の如く、ガリウム—インジウム—スズ合金の耐蝕薄膜をライニングされているので経時的にピンホール等が生ぜず、したがつて、冷却材81がリークするようなこともなく、よつて、その冷却性能は長く変ることなく維持される。

又、第4図に示す実施例においては冷却材にフッ素カーボン82を封入させてベローズ6の上面には高熱用の冷却装置14を設け、更に、ヒートシンク1の内側には急熱フィン15を設けるようにした図様であり、このようにすることにより上記フッ素カーボンは沸騰し易く、したがつて、熱抵抗はより小さくなり冷却効率は著しく促進させることが出来る。

又、第5図に示す実施例は冷却材83としてフッ素カーボンやシリコン油等の不活性流体を流す様にし、又、上記ベローズ6の上面にフィン16を設けてより放熱効果が大いようにして冷却効率を促進させるようにしたものである。

当該組構においては前実施例の如く液体金属の如き特殊な熱伝導冷却材を用いずに、又、沸騰冷却のような不安定性もなく装置の信頼性を高くすることが出来る。

尚、この発明の実施態様は上述各実施例に限るものでないことは勿論であり、種々の態様が採用可能である。

#### 〔発明の効果〕

以上この発明によれば基本的に、冷却材をベローズに対して確実に設計通りに装備させることが出来る。又、それによつてベローズ6のスタッドを介しての半導体チップに対する押圧力を半田ボールを損わない程度に設計通りにさせることが出来る優れた効果がある。

したがつて、半導体チップの姿勢位置変化も確実に吸取され、しかもその発熱は確実にスタッドやベローズを介し冷却材放熱されヒートシンクに放散される。

そして、従来の如くスタッドが挿入されているベローズ内に冷却材を封入する必要もないので組

付けにおいて冷却材の封入の自由度が著しく高まり、その種類の選択も大幅に緩和されるという利点もある。

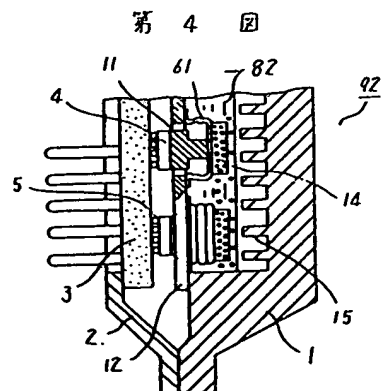
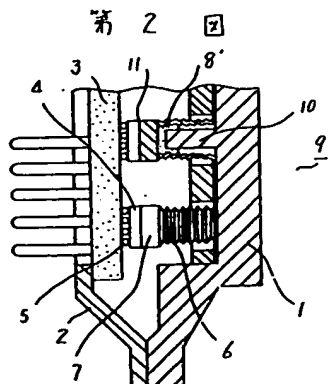
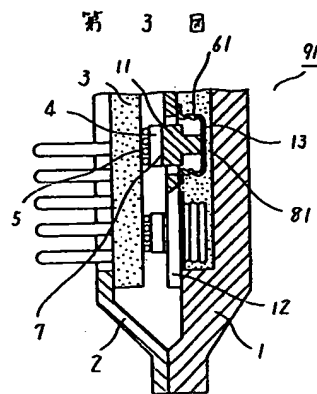
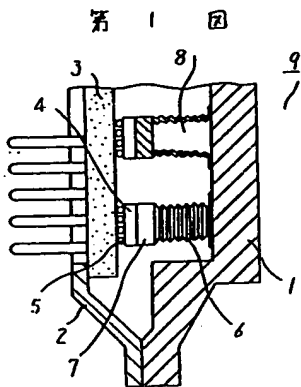
更に、該ベローズの外側に耐蝕加工を行つた有機薄膜をライニングするようにすることにより電鍍ベローズに不可避免的に生じやすいピンホール等も防がれ、したがつて、冷却材の稼動中に於ける経時的リークも生じないという優れた効果が生ずる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1、2図は従来技術に基づく半導体冷却装置の概略断面図、第3図以下はこの発明の実施例の説明図であり、第3、4、5図は各実施例の説明断面図である。

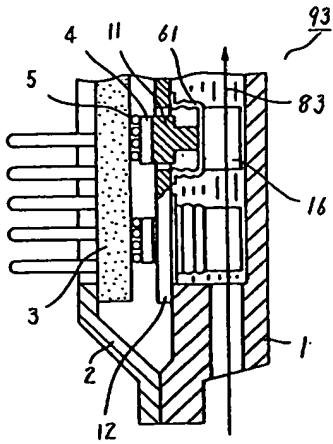
1…ヒートシンク、2…ケース、4…半導体チップ、5…半田ボール、6…ベローズ、10…スタッド、12…プレート、81、82、83…冷却材、91、92、93…半導体冷却装置。

代理人 弁理士 高橋明夫



第1頁の続き

第 5 図



⑫発明者 中山恒

土浦市神立町502番地株式会社  
日立製作所機械研究所内

⑬発明者 志田茂

土浦市神立町502番地株式会社  
日立製作所機械研究所内

⑭発明者 小林二三幸

秦野市堀山下1番地株式会社日  
立製作所神奈川工場内